

## **Traktör ve Tarım Makinaları Tarla Performansının Belirlenmesinde Kullanılan Bir Veri Toplama Sistemi**

**Ercan GÜLSOYLU, Tuncay GÜNHAN**

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, 35100-Bornova/İzmir  
ercan.gulsoylu@ege.edu.tr

**Özet:** Traktör-makina tarla performansının saptanması için; çeki kuvveti, ilerleme hızı, patinaj ve yakıt tüketimi gibi gerekli temel işletmecilik verilerinin belirlenmesi gerekmektedir. İsteğe uygun ölçme metodlarının seçimi özellikle tarım alet ve makinalarının kullanım koşullarına ve ölçü cihazlarının olanaklarına bağlıdır. Geliştirilen ölçme sisteminde, çeki kuvveti ölçümü için traktör üç nokta bağlantı düzenine yerleştirilen ölçme çatisına bağlı üç adet kuvvet algılama pimi, tekerlek devri ve patinaj ölçümü için arka tekerleğe yerleştirilen manyetik algılayıcı, yakıt tüketimi için yakıt ölçer, veri toplama sistemi (ADAM-5000/485) ve laptop bilgisayar bulunmaktadır. Bu çalışmada veri toplama sistemi oluşturulmuş ve kuvvet algılama pimlerinin kalibrasyonu yapılmıştır. Geliştirilen bu sistem ile tarla denemelerinde çeki kuvveti, yakıt tüketimi ve tekerlek patinajı ölçülebilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Traktör, Performans, Veri toplama sistemi

### **A Data Acquisition System Used to Determine the Tractor and Agricultural Machinery Field Performance**

**Abstract:** Basic data for working characteristics such as draft, forward speed, slip and fuel consumption are needed to determine the tractor-machinery field performance. The selection of the appropriate measurement system is based upon the operational characteristics of agricultural machinery. The data acquisition system developed consists of three clevis load pins connected with load frame mounted three point linkage system of tractor for draught, magnetic transducer mounted rear wheel for wheel tour and slippage, fuel consumption meter for fuel consumption, data acquisition system (ADAM-5000/485) and laptop computer. In this study, the data acquisition system was constructed and calibrated for clevis load pins. The slippage, fuel consumption and draught in field tests can be measured using this system.

**Key words:** Tractor, Performance, Data acquisition system

### **GİRİŞ**

Tarımsal işlemlerde kullanılan alet ve makinaların büyük bir çoğunluğunun çalıştırılmasında güç kaynağı olarak traktör kullanılmaktadır. Traktör-makina performansına pek çok faktör etki etmekle birlikte, bu etkili faktörlerden bazılarının ölçülmesi temel işletmecilik verilerinin elde edilmesini sağlamak ve buradan hareketle traktör-makina ikilisinin tarla performansı hakkında karar vermemizi kolaylaştırmaktadır.

Tarımsal mekanizasyon planlamasında traktör-makina enerji ilişkilerinin saptanmasında kullanılan temel işletmecilik verileri; çeki kuvveti, ilerleme hızı, patinaj, çeki gücü, yakıt tüketimi, kuyruk mili devri ve torku olarak tanımlanmaktadır (Akıncı,1994).

İşletmecilik verilerinin doğru olarak belirlenmesi, makina tasarımı, işletme planlaması ve mühendislik çalışmaları için önemlidir. Traktör-makina ikilisinin

tarla çalışmalarında performanslarına etki eden fiziksel büyüklüklerin belirlenmesindeki başarı, kullanılacak ölçme sisteminin başarısına bağlıdır. Bu nedenle ölçme sisteminin günümüz teknolojisine uygun, hassasiyet derecesi yüksek ve tarla çalışmalarında traktör-makina ikilisinin rahat çalışmasına imkan tanınması arzulan özelliklerdir (Evcim ve ark., 1997).

Traktör tarla performansının belirlenmesi ile ilgili yapılan pekçok çalışmada (Clark and Adsit 1985, Garner et al. 1988, Freeland et al. 1989, Topmson and Shinnors 1989, McLaughlin et al. 1989, Lackas et al. 1991, Akıncı 1994, Bastaban 1994, Evcim ve ark. 1997) araştırmacılar, çeşitli elemanları ve ölçüm cihazlarını bir araya getirerek farklı ölçme sistemlerini çalışmalarında kullanmışlardır.

Bu çalışmada; temel işletmecilik verilerinden çeki kuvveti, patinaj ve yakıt tüketiminin belirlenmesinde kullanmak amacıyla traktöre bağlanabilen, farklı algılayıcılardan gelen sinyalleri algılayan ve verilerin bilgisayara depolanmasını sağlayan yeni bir ölçüm sistemi oluşturulmuştur.

Çalışmada kullanılan bilgisayar ve ADAM-5000 veri toplama cihazı, E. Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimince desteklen 2000/ZRF/039 nolu Alt Yapı Geliştirme Projesi kaynaklarından temin edilmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Sistemi Oluşturan Parçalar

Geliştirilen ölçme ve veri toplama sistemi dört ana bölümden oluşmaktadır;

- Çeki kuvveti ölçme seti
- Yakıt tüketimi ölçme cihazı
- Tekerlek devri ölçme seti
- Veri toplama ve depolama sistemi.

Çalışmada kullanılan çeki kuvveti ölçme seti, E.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimince desteklen 1993/ZRF/017 nolu proje kapsamında önceki bir çalışmada oluşturulmuştur. Ölçme seti; bir ölçme çatısı ve üç adet yük algılama piminden meydana gelmektedir. Ölçme çatısının genel boyutları Şekil 1'de verilmiştir. Kategori I ve II bağlantı düzenine sahip ekipmanların bağlanmasına uygun ölçülerde hazırlan çatı, üç adet kare kesitli kutu profil malzeme kullanılarak oluşturulmuştur. Gerekli uzunluklar

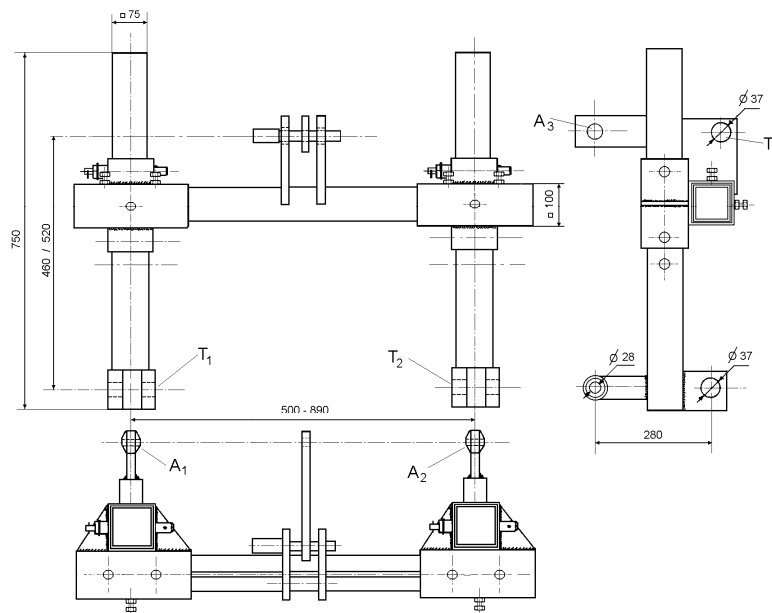
bağlanan alete göre ayarlandıktan sonra civatalar yardımıyla çatı sabitlenmektedir.

Çeki kuvveti ölçmelerinde STRAINSERT (ABD) firması tarafından hazırlanmış kuvvet algılama pimleri (Biaxial clevis pin) kullanılmıştır. Bu pimler özel çelik malzemeden imal edilmiş, silindirik bir yapıya sahip olup, iç kısmına uzama telleri (strain gages) yapıştırılmıştır. Uzama telleri ile oluşturulan iki adet tam köprüden biri yatay yöndeki (X), diğeri ise dikey yöndeki (Y) kuvvetleri ölçmektedir. X ve Y eksenleri üretici firma tarafından pimlerin üzerinde işaretlenmiştir. Traktör ve alet arasına bağlanacak olan ölçme çatısına bu pimlerden üç adet takılmıştır (Evcim ve ark., 1997).

Kuvvet algılama pimlerine ait ölçüler ve teknik özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Kuvvet algılama pimlerindeki köprü besleme voltajını ve sinyalini kuvvetlendirerek veri toplama sistemi ADAM-5000/485'e ulaşmasını sağlayan HBM – MC3 model konvertörler, her ölçüm köprüsü için bir adet olmak üzere toplam altı adet kullanılmıştır.

Yakıt tüketiminin belirlenmesinde dişli tip bir akış ölçer olan KIENZE marka yakıt ölçme cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz traktör motorundaki yakıt donanımına bağlanmakta ve ADAM-5000/485 veri toplama sistemine ölçüm sinyallerini gönderebilmektedir. Yakıt ölçme cihazının içindeki dişlinin her turunda bir puls üretilmekte ve her puls 3,1 mL yakıtı eş değer gelmektedir.



Şekil 1. Çeki kuvveti ölçme çatısı (Evcim ve ark., 1997)

**Çizelge 1. Kuvvet Algılama Pimlerine Ait Teknik Ölçüler ve Özellikler**

Teknik Özellikler	
<b>Adı</b>	Biaxial Clevis Pin
<b>Model no</b>	CP-BAF Q9449
<b>Ölçme kapasitesi</b>	33,36 kN
<b>Köprü direnci</b>	350 ±3,5 ohm
<b>Uyarma gerilimi</b>	10 AC veya DC
<b>Çıktı gerilimi</b>	0,75 mV/V
<b>Aşırı yüklenme</b>	% 150
<b>Ağırlık</b>	1,5 kg

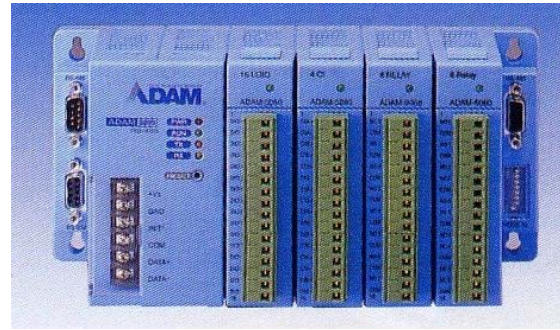
Tarla çalışmaları sırasında tahrik tekerleğindeki patinajı belirlemek için kullanılan yöntemlerden bir de tekerlek devrine göre patinaj ölçme yöntemidir. Bu yöntemin uygulanabilmesi için patinajsız ortamdaki tekerlek devri ile patinajlı ortamdaki tekerlek devirlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla Şekil 2'deki tekerlek devri ölçme seti hazırlanmıştır.

**Şekil 2. Tekerlek devri ölçme seti**

Üç parçadan oluşan ayarlanabilir bağlantı çatısı yardımıyla manyetik bir algılayıcı tekerlekteki bijonları sayacak şekilde traktör arka tekerleğine bağlanmıştır. Ölçüm süresince kaydedilen toplam sayı bijon sayısı olan sekize bölünerek tekerlek devri sayısı belirlenmektedir.

Veri toplama ve depolama sistemi iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde algılayıcılardan gelen sinyallerin algılandığı ADAM-5000/485 veri toplama cihazı, ikinci bölümde bu cihazın çalışmasının kontrol edildiği yazılımın yüklü olduğu ve verilerin depolandığı bilgisayar bulunmaktadır.

Algılayıcılardan gelen sinyalleri işleme ve değerlendirme ünitesi olarak ADVANTECH firması tarafından üretilen ADAM-5000/485 (Şekil 3) veri toplama ve kontrol sistemi kullanılmıştır. Sistem RS-232 seri haberleşme kablosu yardımıyla bilgisayara bağlanmaktadır.

**Şekil 3. ADAM-5000/485 veri toplama sistemi (Advantech Automation Corp. USA)**

Veri toplama sisteminde farklı modüllerin takılabileceği 4 boşluk (slot) bulunmaktadır. Elektronik devrelerden oluşan modüller, isteğe bağlı olarak firma katalogundan seçilerek sistem oluşturulmaktadır. Bu çalışmada analog sinyaller için ADAM-5017H, dijital sinyaller için ADAM-5080 olmak üzere iki modül seçilerek kullanılmıştır. Bu modüllerin teknik özellikleri Çizelge 2 ve 3 'de verilmiştir. Analog modülde 8, dijital modülde 4 kanal bağlantısı yapılabilmektedir. Dijital modülün sayıcı veya frekans ölçer olarak kullanılması mümkündür.

Sistemin çalıştırılması, kontrolü ve verilerin depolanması için bir taşınabilir (laptop) bilgisayar kullanılmıştır. Bilgisayarın Intel Celeron 650 işlemcisi, 64 MB RAM belleği, 6 GB sabit disk, bir CD-ROM sürücüsü ve 56 K modemi bulunmaktadır.

**Çizelge 2. ADAM-5017H' nin Teknik Özellikleri**

<b>Kanal Sayısı</b>	8
<b>Giriş sinyali</b>	mV, V, mA
<b>Çözünürlüğü</b>	12-bit
<b>Örnekleme hızı</b>	100 örnek/saniye
<b>Band genişliği</b>	1000 Hz

**Çizelge 3. ADAM-5080' nin Teknik Özellikleri**

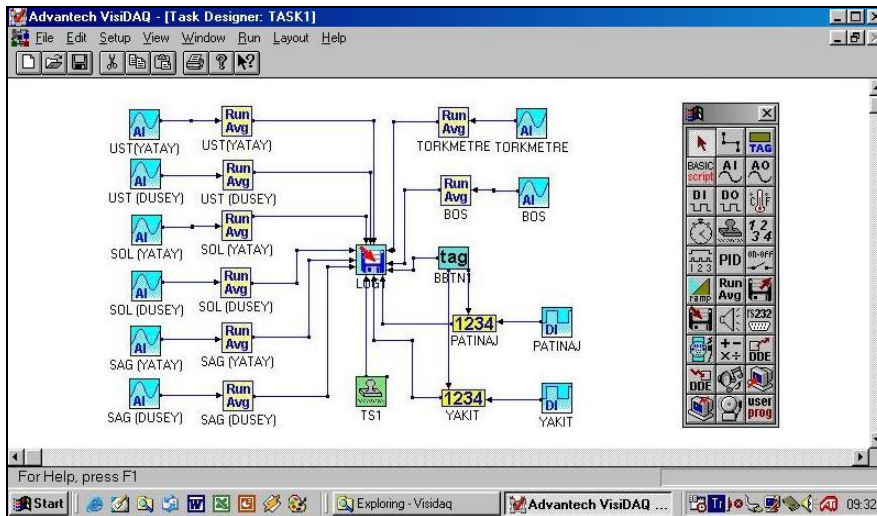
<b>Kanal Sayısı</b>	4
<b>Çalışma tipi</b>	Sayıcılı veya Frekans ölçümü
<b>Giriş frekansı</b>	0,3 – 1000 Hz (Frekans seçeneği) 5000 Hz (Sayıcı seçeneği)
<b>Giriş sinyali</b>	
<b>Seviye 0</b>	+ 1 V
<b>Seviye 1</b>	+ 3,5 V ..... + 30 V

### BULGULAR ve TARTIŞMA

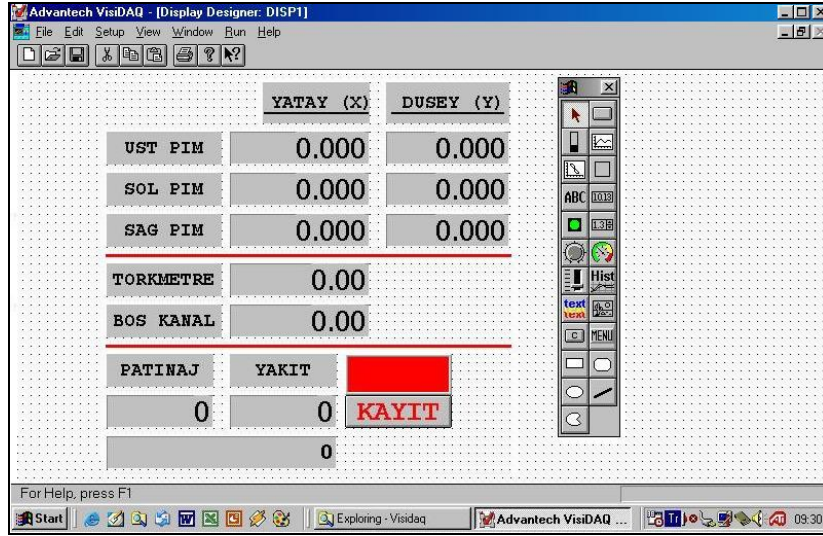
Bilgisayarlı ölçüm ve veri toplama sistemleri donanım ve yazılım olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Donanım kısmını bilgisayar ve çeşitli algılayıcılardan gelen verileri bilgisayara aktarmaya yarayan, bilgisayarın seri port, paralel port, USB, PCI, ISA vb. arayüzlerine takılan cihazlar oluşturmaktadır. Yazılım kısmını ise veri toplama donanımı sürücülerini ve programlama dillerini oluşturmaktadır. Sürücüler veri toplama cihazlarını bilgisayara tanıtır ve programla dilleri ile yazılan programların cihazlara erişimini sağlar. Bilgisayarlı ölçüm ve veri toplama sisteminin çalışması için, Basic, C, Fortran, Pascal, Delphi gibi programlama dilleri kullanılarak yazılan

programlara ihtiyaç duyulur. Bu programlama dillerinden birinin kullanıcılar tarafından tüm özellikleri ile bilinmesi ve değişen isteklere göre programların yeniden düzenlenmesi oldukça zor bir işlemdir. Bu zorluğu ortadan kaldırmak için geliştirilen ve veri toplama donanımına özel olarak hazırlanmış paket programların yanında, kullanıcıların kendi programlarını kolayca oluşturabilmelerine olanak tanıyan grafiksel programlama yazılımları, farklı firmalar tarafından geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları LABVIEW, MATLAB, DASLAB, VISIDAQ, ADAMVIEW ve GENIDAQ, gibi programlardır. Bu çalışmadaki veri toplama sisteminde Advantech firmasının geliştirmiş olduğu yazılımlardan biri olan VISIDAQ yazılımı kullanılmıştır. Yazılımın araç kutuları kullanılarak ADAM-5000/485 veri toplama ünitesinin verileri nereden ve hangi sırada okuyacağı, bilgisayardaki veri dosyasına ne şekilde kaydedeceğini belirleyen strateji Şekil 4'te, programın çalışması sırasında ölçümlerin izlendiği, kayıt işleminin başlatılıp durdurulduğu kontrol arayüzü de Şekil 5'te görülmektedir.

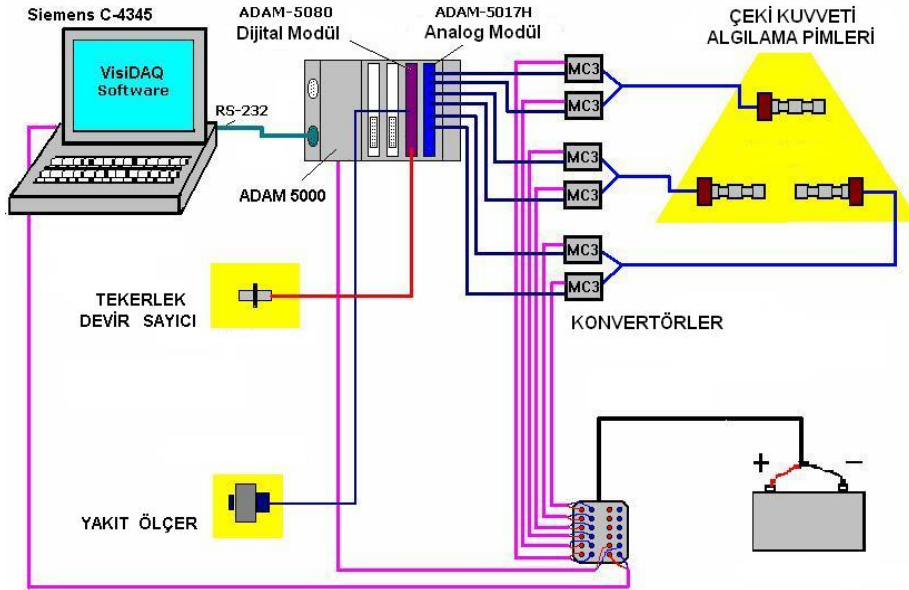
Veri toplama sistemi elamanları arasındaki bağlantılar Şekil 6'da şematik olarak gösterilmektedir. Veri toplama sistemi farklı noktalardan algılanan kuvvet, tekerlek devri ve yakıt ölçme cihazından gelen sinyalleri işleyerek RS-232 kablosu yardımıyla bilgisayara aktarmakta ve oluşturulan strateji yardımıyla veriler bir Excel dosyasına kaydedilmektedir.



**Şekil 4. VisiDAQ ta hazırlanan strateji sayfası**



Şekil 5. Programın kontrol paneli görüntüsü

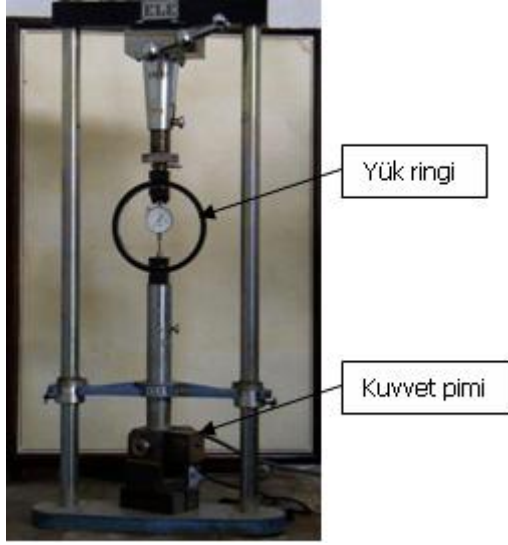


Şekil 6. Veri toplama sistemini oluşturan elemanların bağlantı şeması

### Kuvvet Algılama Pimlerinin Kalibrasyonu

Kuvvet algılama pimlerinin kalibrasyonu için zemin mekaniği laboratuvarında kullanılmakta olan bir yük ringinden yararlanılmıştır (Şekil 7). Her bir pim bu cihaza üretici firma tarafından belirtilen eksen çizgileri dikkate alınarak yerleştirilmiş ve üst tarafta bulunan makaralı sistem döndürerek eşit aralıklarla kuvvet artırılarak 24 kN'a kadar yüklemeler yapılmıştır. X ve Y eksenleri dikkate alınarak yapılan statik yüklemelerde pimler hem çekiye hem de basıya

çalışacak şekilde çalıştırılmıştır. Veri toplama sistemi yardımıyla veriler bilgisayara kaydedilmiştir. Excel dosyalarındaki verilere daha sonra regresyon analizi uygulanarak kalibrasyon eşitlikleri elde edilmiştir (Çizelge 4). Modellerin tahminleme katsayısı ( $R^2$ ) değerleri 0,99 olarak elde edildiğinden, bu durum ölçülen çıktı sinyali yardımıyla kuvvetin büyük bir yaklaşımla tahminlenebileceğini göstermektedir.



Şekil 7. Kuvvet algılama pimlerinin kalibrasyonunda kullanılan yük ringi

Çizelge 4. Kuvvet Algılama Pimlerinin Kalibrasyon Eşitlikleri

		Kalibrasyon Eşitliği	R <sup>2</sup>
1.	X <sub>1</sub>	kN = -0.241 + 17.389 * mV	0,99
	Y <sub>1</sub>	kN = -0.021 + 17.333 * mV	0,99
2.	X <sub>2</sub>	kN = -0.207 + 17.391 * mV	0,99
	Y <sub>2</sub>	kN = -0.099 + 17.455 * mV	0,99
3.	X <sub>3</sub>	kN = -3.971 + 17.272 * mV	0,99
	Y <sub>3</sub>	kN = -1.257 + 17.114 * mV	0,99

### Sistemin Traktöre Bağlanması

Ölçme sistemi oluşturan tüm elemanlar Şekil 6'da gösterildiği şekilde bağlantıları yapılarak TF80-66 DT model bir traktöre monte edilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Traktöre bağlanmış veri toplama sistemi

Traktörün sağ arka çamurluğu üzerinde bulunan bir platforma, ADAM-5000/485 veri toplama ünitesi, konvertörler ve bilgisayar yerleştirilmiştir. Ölçme sistemin bilgisayar üzerinden kontrolü ve veri iletiminde başlama ve bitiş komutlarını vermek için sürücü haricinde bir kişinin daha traktörde bulunması gerekmektedir.

### Çeki Kuvvetinin Hesaplanması

Asma tip bir ekipmanla çalışma yapan traktörün bağlantı kollarında ortaya çıkan kuvvetler Şekil 9'da gösterilmiştir.

Yatay düzlemdeki çeki kuvveti (F<sub>x</sub>) eşitlik 1'deki formül kullanılarak hesaplanabilir. F<sub>x</sub> kuvveti traktör alt bağlantı kollarındaki X<sub>1</sub> ve X<sub>2</sub> kuvvetlerinin toplamı ile üst bağlantı kolunda ters yönde oluşan X<sub>3</sub> kuvvetinin farkına eşittir (Evcim ve ark. 1997).

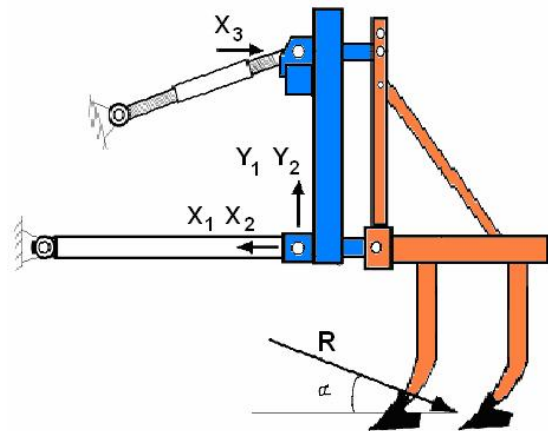
$$F_x = X_1 + X_2 - X_3 \quad [1]$$

Alt bağlantı kollarında düşey düzlemde oluşan Y kuvvetlerinin toplamı sistemdeki düşey kuvveti (F<sub>y</sub>) verir.

$$F_y = Y_1 + Y_2 \quad [2]$$

Bulunan F<sub>x</sub> ve F<sub>y</sub> kuvvetleri yardımıyla (R) bileşke kuvvet 3 numaralı formül yardımıyla hesaplanabilir.

$$R = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2} \quad [3]$$



Şekil 9. Traktör-Alet ikilisinde kuvvetler

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Traktör-makina performansını belirlemede kullanılan temel işletmecilik verilerinden çeki kuvveti, yakıt tüketimi ve tekerlek patinajını ölçebilen bir veri toplama sistemi geliştirilmiş ve Bölümümüzde yürütülen çeşitli tarla denemelerinde başarılı bir şekilde kullanılmıştır.

Çeşitli algılayıcılardan gelen sinyalleri bilgisayara kaydedilmesini sağlayacak bir strateji VisiDAQ programında hazırlanarak sistemde çalıştırılmıştır.

Çeki kuvvetinin ölçülmesinde kullanılan kuvvet algılama pimlerinin sisteme bağlanarak kalibrasyonları gerçekleştirilmiş, çıktı sinyali ile ölçülen kuvvet değerleri arasında yüksek bir ilişki bulunmuş ve tüm modellerde tahminleme katsayısının her pimde  $R^2=0,99$  olduğu belirlenmiştir.

Sistemin geliştirilmesine yönelik çalışmalar halen devam etmektedir. Bu gibi sistemlerde çalışmalar sırasında, traktör sürücüsü dışında sistemin kontrolü amacıyla bir kişinin daha traktör üzerinde bulunması ve verilerin kaydedildiği bilgisayarın da traktör üzerinde olması gerekmektedir. Sistemi geliştirmek amacıyla iki adet radyo modem başka bir projeden satın alınmış ön denemelerde veri aktarımının başarılı olduğu görülmüştür. Bu sayede kablosuz iletim sağlanarak gerek ikinci bir kişinin traktör üzerinde bulunması gerekse bilgisayarın titreşimlerden etkilenmesi önlenecektir.

## LİTERATÜR LİSTESİ

- Akinci, İ. 1994. Traktör-Tarım Makinası Enerji İlişkilerinin Saptanması İçin Bilgisayar Destekli Ölçme Sisteminin Geliştirilmesi ve Mekanizasyon Planlamasında Temel İşletmecilik Verilerinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma, Doktora Çalışması, Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, 121 Sayfa, Adana.
- Bastaban, S. 1994. Traktör Performansını Belirlemek İçin Kurulan Genel Amaçlı Ölçüm ve Dataloger Seti, Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Sayfa:14-23, Antalya.
- Clark, R. L., A. H. Adsit. 1985. Microcomputer Based Instrumentation System to Measure Tractor Field Performance, Transactions of the ASAE,28: 393-396.
- Evcim, Ü., G. Keçecioğlu, E. Gülsoylu. 1997. Traktör Tarla performansının Belirlenmesinde Kullanılan Çeki Kuvveti Ölçme Seti Üzerinde Bir Araştırma, Ege Üniversitesi Araştırma Fonu Projesi Kesin Sonuç Raporu, Proje No: 1993/ZRF/017, 54 Sayfa, Bornova-İzmir.
- Freeland, R. S., F. D. Tompkins, L. R. Wilhelm. 1989. Portable Instrumentation to Study Performance of Lawn and Garden Ride-On Tractors, Applied Engineering in Agriculture, Vol. 5 (2), 143-147.
- Garner, T. H., R. B. Dodd, D. Wolf, U. M. Peiper. 1988. Force Analysis and Application of a Three-Point Hitch Dynamometer. Transactions of ASAE, S. 1047-1053.
- Lackas, G. M., R. D. Grisso, M. Yasin, L. L. Bashford. 1991. Portable Data Acquisition System for Measuring Energy Requirements of Soil-Engaging Implements, Computers and Electronics in Agriculture, 5 (1991) 285-296.
- McLaughlin, N. B., L. C. Heslop, D. J. Buckley, G. R. St.Amour, B. A. Compton, P. Van Bodegom. 1989. A ractor Instrumentation and Data Logging System for Tillage Research, American Society of Agricultural Engineers, Paper No. 89-1041, An ASAE/CSAE Meeting Presentation.
- Thomson, N. P., K. J. Shinnars. 1989. A Portable Instrumentation System for Measuring Draft and Speed, ASAE Applied Engineering in Agriculture, S. 133-137.